

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

H04L 12/28



[12] 发明专利申请公开说明书

H04L 12/24 H04L 29/06

[21] 申请号 02139292.7

[43] 公开日 2003 年 4 月 16 日

[11] 公开号 CN 1411214A

[22] 申请日 2002.11.15 [21] 申请号 02139292.7

[71] 申请人 烽火通信科技股份有限公司  
地址 430070 湖北省武汉市洪山区邮科院路  
88 号烽火通信科技管理部  
[72] 发明人 向中青 李凌 董俊 魏智  
周箴

[74] 专利代理机构 武汉开元专利代理有限责任公

司

代理人 刘志菊

权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 2 页

[54] 发明名称 基于以太网技术的网络设备管理办法

[57] 摘要

本发明的基于以太网技术的网络设备管理办法主要包括相应的网络协议及网络设备配置的一个公共网 IP 地址，远程对被管理的终端网络设备实现管理，将 N 个终端网络设备划为一个集群，整个集群配置一个管理即命令设备的 IP 地址，除了管理设备，其它被管理的网络设备对集群以外的设备透明。并在原协议栈的基础上加入用来实现网络设备发现其邻接设备并进行拓扑发现和维护功能的协议 ADP 和实现一个集群中命令交换机与成员交换机的通讯功能的集群管理协议 CMP。该方案把多台网络设备作为一个集群统一管理，除了命令设备以外，其他被管理设备对外透明，整个集群仅占用单一公有的 IP 地址资源。

I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1、一种基于以太网技术的网络设备管理方法，主要包括相应的网络协议及通过网络设备配置的 IP 地址，远程对未配置 IP 地址的被管理终端网络设备实现管理。其特征是将 N 个终端网络设备划为一个集群，整个集群配置一个管理即命令设备的 IP 地址，除了命令设备，其它被管理的网络设备对集群以外的设备透明，并在原协议栈的基础上加入用来实现网络设备发现其邻接设备并进行拓扑发现和维护功能的协议 ADP 和实现一个集群中命令交换机与成员交换机通讯功能的集群管理协议 CMP。

2、根据权利要求 1 所述的基于以太网技术的网络设备管理方法，其特征是 ADP 协议包括：

功能命令模块：定义打开/关闭自动拓扑发现命令，

接收自动拓扑发现包模块：控制 CPU 识别并接收自动拓扑发现包，将包中的信息提取出来，放入自己维护的一个交换机信息表中，

实时通知发送模块：实时发送有效交换机信息，

实时通知接收模块：实时接收其它交换机发来的通知帧，通过分析数据类型来判断是有老化信息还是有更改信息，并进行相应的处理，

发送通知 CMP 信息模块：将 CMP 创建一个集群，添加、删除成员以及删除一个集群时的变化信息通知 CMP，以便进行集群的管理，

接收 CMP 通知信息模块：将操作的信息通知给其它交换机。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的基于以太网技术的网络设备管理方法，其特征是 CMP 集群管理协议包括：

功能命令模块：定义集群管理的功能命令，用户使用这些命令进行集群管理；

发送管理命令模块：对成员交换机下达配置指令帧，成员交换机接收到指令帧后，解析该指令帧，并执行，最后将执行结果返回给命令交换机；

发送应答帧模块：成员交换机接收到指令帧后，对其执行，将执行结果返回给命令交换机，若接收到的命令为配置命令，则返回是否配置成功的应答帧；若接收到的命令是显示命令，则将本机的显示状态封装

成应答帧，返回给命令交换机；

**接收管理命令/应答帧模块：**当成员交换机接收到从管理交换机发来的管理命令帧后，需要对该帧进行分析，如果是指令帧，则解析出其中的命令和参数，然后在本机执行该命令，如果是应答帧，则解析出应答内容，并显示；

**发送通知 ADP 信息包模块：**当 CMP 创建、删除集群以及在集群中添加和删除成员时，都要通过命令交换机的 ADP 对交换机信息进行修改，同时由命令交换机的 ADP 将这些改变的信息通知给其它交换机的 ADP；

**接收 ADP 通知信息包模块：**当命令交换机发现有交换机老化掉时，应该将该老化信息通知 CMP，从而保证不会对已经老化的交换机进行操作。

4、根据权利要求 1 或 2 所述的基于以太网技术的网络设备管理方法，其特征是 ADP 协议的自动拓扑发现包采用的是组播方式，即目的 MAC 媒体访问控制，地址为 0x0180c2000000，采用 BPDU 网桥协议数据单元的 MAC 地址。

5、根据权利要求 1 或 2 所述的基于以太网技术的网络设备管理方法，其特征是用 ADP 协议来实现网络设备发现其邻接设备并进行拓扑发现和维护的功能，ADP 协议的报文是一种多播报文，它使网络设备定时向其邻接设备通报自己的设备信息，同时也不断地接受网络中其他设备向自己发送的设备信息，并整保存这些设备信息。

6、根据权利要求 3 所述的基于以太网技术的网络设备管理方法，其特征是 CMP 帧被封装成单播包。

## 基于以太网技术的网络设备管理方法

### 技术领域

本发明涉及一种基于以太网技术的网络设备管理方法，提供了一种新的网络设备集群式管理方法。

### 背景技术

在目前的数字网络环境下，对网络设备的管理主要有两种方式：1、直接到网络设备布放的地点，通过串口直接连接网络设备，对设备进行配置管理；2、通过 SNMP 协议（简单网络管理协议，Simple Network Management Protocol）或者使用 TELNET 协议（远程登录协议），在远端管理网络设备。

对于第一种管理方式，主要优点是管理手段相对比较简单，不需要附加其他设备，只需要 1 台 PC（个人计算机，Personal Computer）就可以完成所有的配置工作。而且由于通过串口直接连接被管设备，因此对于配置网络设备时不需要配置相应的管理 IP（网络协议，Intranet Protocol）地址，节省了 IP 资源。存在的问题是，由于网络设备的布放点十分分散，而且设备量非常大，如果采用这种管理方式，维护人员必须亲临设备现场进行维护，不仅维护工作量大，而且十分不方便。

第二种管理方式的主要优点在于日常维护非常方便，工作人员可以在远端，通过网管终端，或者 TELNET 仿真终端，远程对被管理的维护终端实现管理。但是，要实现这种管理，对于这些网络设备必须配置一个公共网 IP 地址，由于目前 IP 地址资源愈来愈缺乏，要求必须分配 IP 地址成为这种管理方式的致命伤，特别是在电信公网中，由于设备数量可能非常大，这种管理方式的缺陷显得尤为明显。

中国发明专利 97198382 公布了一种“由至少两个具有集群功能的小自动交换机组成的通信系统”。尽管该方案涉及小交换机的集群管理，但是该方案用于程控交换机传输声音的通信，属于电话（交换或呼叫）系统，而本发明用于以太网交换机，属于以太网接入系统。

中国发明专利 1369992A 公布了一种“低端交换机集群管理方法”。尽管该方案涉及了低端交换机的管理方法和系统，但是它是通过工作在

网络层的一个专门设计的通信与管理协议来实现对低端交换机管理的。其技术是基于网络层的，而本发明是基于以太网技术，工作于数据链路层，应用于以太网交换机。

### 发明内容

本发明的目的是针对上述现有网络设备管理方案的不足和缺陷，提供了一种新的网络设备管理方法。该方案把多台网络设备作为一个集群统一管理，除了命令设备以外，其他被管理设备对外透明，整个集群仅占用单一公有的 IP 地址资源。

本发明的技术方案是：本发明是基于以太网技术的网络设备管理方法，主要包括相应的网络协议及网络设备配置的一个公共网 IP 地址，远程对被管理的终端网络设备实现管理。其特征是将 N 个终端网络设备划为一个集群，整个集群配置一个管理即命令设备的 IP 地址，除了管理设备，其它被管理的网络设备对集群以外的设备透明。并在原协议栈的基础上加入用来实现网络设备发现其邻接设备并进行拓扑发现和维护功能的协议 ADP 和实现一个集群中命令交换机与成员交换机的通讯功能的集群管理协议 CMP。

所述的基于以太网技术的网络设备管理方法，其 ADP 协议包括：

功能命令模块：定义打开/关闭自动拓扑发现命令，

接收自动拓扑发现包模块：控制 CPU 识别并接收自动拓扑发现包，将包中的信息提取出来，放入自己维护的一个交换机信息表中，

实时通知发送模块：实时发送有效交换机信息，

实时通知接收模块：实时接收其它交换机发来的通知帧，通过分析数据类型来判断是有老化信息还是有更改信息，并进行相应的处理，

发送通知 CMP 信息模块：将 CMP 创建一个集群，添加、删除成员以及删除一个集群时的变化信息通知 CMP，以便进行集群的管理，

接收 CMP 通知信息模块：将操作的信息通知给其它交换机。

所述的以太网网络设备管理方法，其 CMP 集群管理协议包括：

功能命令模块：定义集群管理的功能命令，用户使用这些命令进行集群管理，

发送管理命令模块：对成员交换机下达配置指令帧，成员交换机接收到指令帧后，解析该指令帧，并执行，最后将执行结果返回给命令交换机，

**发送应答帧模块：**成员交换机接收到指令帧后，对其执行，将执行结果返回给命令交换机，若接收到的命令为配置命令，则返回是否配置成功的应答帧，若接收到的命令是显示命令，则将本机的显示状态封装成应答帧，返回给命令交换机，

**接收管理命令/应答帧模块：**当成员交换机接收到从管理交换机发来的管理命令帧后，需要对该帧进行分析，如果是指令帧，则解析出其中的命令和参数，然后在本机执行该命令，如果是应答帧，则解析出应答内容，并显示。

**发送通知 ADP 信息包模块：**当 CMP 创建、删除集群以及在集群中添加和删除成员时，都要通过命令交换机的 ADP 对交换机信息进行修改，同时由命令交换机的 ADP 将这些改变的信息通知给其它交换机的 ADP，

**接收 ADP 通知信息包模块：**当命令交换机发现有交换机老化掉时，应该将该老化信息通知 CMP，从而保证不会对已经老化的交换机进行操作。

所述的基于以太网技术的网络设备管理方法，其 ADP 协议的自动拓扑发现包采用的是组播方式，即目的 MAC 地址为 0x0180c2000000，采用 BPDU 网桥协议数据单元的 MAC 地址。

所述的基于以太网技术的网络设备管理方法，用来实现网络设备发现其邻接设备并进行拓扑发现和维护功能的协议 ADP 的报文是一种多播报文，它使网络设备定时向其邻接设备通报自己的设备信息，同时也不断地接受网络中其他设备向自己发送的设备信息，并整理保存这些设备信息。

所述的基于以太网技术的网络设备管理方法，其 CMP 帧被封装成单播包。

本发明的优点是：采用本集群管理方案大大节约了 IP 资源。除了命令交换机，集群中的交换机都不用分配 IP 地址（给命令交换机分配 IP 地址，是为了通过 TELNET 或者 SNMP 方式管理集群）。采用本集群管理方案，被管理交换机的类型不限，可以是任意类型的基于以太网技术的网络设备。提高了组网解决方案的灵活性。

此外，采用本集群管理方案，并没有在原本就比较复杂的指令系统中再增加过多新的指令。维护人员在管理集群以及集群中的交换机的时

候，和使用原来的指令系统是一样的。因此，使用起来很简便，不用耗费时间去掌握和熟悉更多新的指令。

#### 附图说明

图 1 是典型的网络组网方式图；

图 2 是 ADP 协议模块示意图；

图 3 是 CMP 协议模块示意图。

#### 具体实施方式

针对现有的网络设备管理方案存在的缺陷，网络设备的集群管理设计时必须解决的技术问题包括：

- a、整个集群只需要一个公有 IP 地址；
- b、除了管理设备，其它被管理的网络设备对集群外（除了网管站以外）的设备透明；
- c、集群管理的实现能够提供集群的网络拓扑结构；
- d、在 TCP/IP 协议栈的基础上实现；
- e、管理的网络规模要求能够满足典型运营商组网的需求。

本集群方案作为一个整体，完整的提供了从自动拓扑发现，到设备集群管理的方法，方便用户对网络的统一管理。同时，考虑到移植性和可开放性，本集群管理方案基本上是在 TCP/IP 协议栈的基础上，利用一些公开的技术实现的。具体的说，集群管理的实现技术包括了以下两部分：

其一自动拓扑发现协议 (Auto Discovery Protocol，简称 ADP)。它是用来实现网络设备发现其邻接设备，并基于此，进行拓扑发现和维护功能的协议。ADP 的报文是一种多播报文。一旦用户打开网络设备上的该功能。该网络设备就定时向其邻接设备通报自己的设备信息，同时也不断地接受网络中其他设备向自己发送的设备信息，并整理保存这些设备信息。图 2 给出了 ADP 协议模块示意图：

功能命令模块定义了打开/关闭自动拓扑发现命令。ADP 协议在缺省状态下是关闭的，当用户在命令交换机上打开该功能之后，才可以实现网络拓扑结构自动发现的功能。如果自动拓扑发现功能已经打开，则发送自动拓扑发现包模块定时（例如每隔两秒）将当前的交换机信息封装成自动拓扑发现包，发送给各个端口。

接收自动拓扑发现包模块控制 CPU 识别并接收自动拓扑发现包，将

包中的信息提取出来，放入自己维护的一个交换机信息表中。ADP 协议的自动拓扑发现包采用的是组播方式，即目的 MAC (媒体访问控制，Media Access Control) 地址为 0x0180c2000000 (BPDU 的 MAC 地址)。采用 BPDU (网桥协议数据单元，Bridge Protocol Data Unit) 的 MAC 地址的原因是为了保证在不同的交换芯片上，ADP 帧都可以上传到 CPU (中央处理器，Center Process Unit)。为了将一般的 BPDU 包与 ADP 包相区别，应该定义 ADP 帧的类型域，例如可以将类型 定义为 0x58。

以下是一个 ADP 帧 的格式举例：

内 容	字节数
目的 MAC 地址，即 BPDU 报头 (01 80 c2 00 00 00)	6
源 MAC 地址，即本交换机的 MAC	6
数据包的类型域 (0x58)	1
包中携带的数据的字节数	2
包的帧类型	1
本交换机信息以及其维护的其它交换机 的信息	N
填充字节 (0xa5)	64-16-N

当在本机的交换机信息表中发现有交换机老化掉时，实时通知发送模块会实时通知表中其它的有效交换机这一信息。同时，若本机为命令交换机，还要通知 CMP。当 CMP 在本机创建集群，会通知其它有效的交换机这些信息。当集群想将某一候选交换机添加到集群中时，会向该交换机发送确认帧以确定是否添加成功，同时等待该交换机发来的应答帧，当集群将某一候选 交换机添加为成员成功时，会向其它有效交换机发送通知帧。

实时通知接收模块实时接收其它交换机发来的通知帧，通过分析数据类型来判断是有老化信息还是有更改信息，并进行相应的处理。若本机是命令交换机，还需要通知 CMP。当集群添加成员时，还要分析数据类型是确认帧还是应答帧。

当 ADP 发现网络中有新的交换机加入时，或者有交换机失效时，或者有交换机被加入/移出集群时，如果本机是某集群的命令交换机，发送通知 CMP 信息模块应该将这些变化信息通知 CMP，以便进行集群的管

理。

当 CMP 创建一个集群，添加、删除成员以及删除一个集群时，接收 CMP 通知信息模块应将这些操作的信息通知给其它交换机。

其二是 CMP (Cluster Manage Protocol 集群管理协议) 协议：该协议主要实现一个集群中命令交换机与成员交换机的通讯功能。用户通过该协议维护和管理集群，及集群中的成员交换机。在管理成员交换机的时候，感觉和管理本地交换机并无二致。

图 3 CMP (Cluster Manage Protocol) 协议模块示意图：

功能命令模块定义了集群管理的功能命令，用户使用这些命令进行集群管理。若当前被操作的交换机不是本命令交换机，而是某成员交换机，则发送管理命令模块对该成员交换机下达配置指令帧；成员交换机接收到指令帧后，解析该指令帧，并执行，最后将执行结果返回给命令交换机。

当成员交换机接收到指令帧后，对其执行。发送应答帧模块将执行结果返回给命令交换机。若接收到的命令为配置命令，则返回是否配置成功的应答帧；若接收到的命令是显示命令，则将本机的显示状态封装成应答帧，返回给命令交换机。

当成员交换机接收到从命令交换机发来的管理命令帧后，接收管理命令/应答帧模块需要对该帧进行分析，如果是指令帧，则解析出其中的命令和参数，然后在本机执行该命令。如果是应答帧，则解析出应答内容，并显示。

CMP 帧被封装成单播包，以下是一个 CMP 帧的格式举例：

内 容	字节数
目的 MAC 地址，即被管理交换机的 MAC 地址	6
源 MAC 地址，即指令交换机的 MAC	6
数据包的类型域（例如，0x5900）	2
包中携带的数据的字节数	2
CMP 帧类型（指令帧/应答帧）	1
CMP 帧的序列号	1
指令/应答数据	N
填充字节（例如，0xa5）	64-18-N

发送通知 ADP 信息包模块的功能在于，当 CMP 创建、删除集群以及在集群中添加和删除成员时，都要通过命令交换机的 ADP 对交换机信息进行修改，同时由命令交换机的 ADP 将这些改变的信息通知给其它交换机的 ADP。

接收 ADP 通知信息包模块的功能在于，当命令交换机发现有交换机老化掉时，应该将该老化信息通知 CMP，从而保证不会对已经老化的交换机进行操作。

ADP 和 CMP 配合使用，实现了占用极少的 IP 地址，统一管理同一网络内的支持本技术的各种类型的基于以太网技术的网络设备。而且，本集群管理方案基于 TCP/IP 协议栈技术，利用一些公开的技术实现，具有较好的可移植性和开放性。

图 1 是较典型的网络组网方式。假设现在要求通过 SW1 交换机管理网络中的其他网络设备。具体操作是：

1. 建立和显示集群：

- a、以管理员身份进入交换机的操作系统，键入命令 “*cd device*”，进入 *device* 目录；
- b、键入命令 “*set auto enable*”，打开拓扑自动发现功能；
- 此时，命令交换机 SW1 开始定时向连接的所有交换机发送自己的设备信息。同时，也带动网络中的其他交换机向各自连接的所有交换机发送各自的设备信息。一定时间之后，网络中的每一台设备都维护了网络中其他交换机的设备信息。
- c、键入命令 “*create cluster test*”，创建集群 *test*；
- d、键入命令 “*show cluster*”，显示集群的内容。此时，可以看到集群的信息，其中 SW1 是指令交换机，其他交换机(SW2~SW6)，则是候选交换机。

2. 集群中增加和删除成员：

- a、键入命令 “*join SW2 into cluster*”，将交换机 SW2 加为成员；
- b、可重复以上步骤 a，将多个候选交换机加为成员；此时，查看集群的内容，可以看到 SW2 等交换机的身份已经变成了成员。
- c、键入命令 “*del SW2 from cluster*”，将交换机 SW2 删除成为候选交换机；
- d、可重复上步骤 c 将多个成员交换机变为候选。此时，查看集

群的内容，可以看到 SW2 等交换机的身份已经变成了候选。

### 3、网络拓扑发现和维护：

a、将网络中的某两个交换机间的线路断开（如断开 SW1 和 SW2 之间的连线）；大约 20 秒左右，集群管理会收到通知信息，通知有哪些交换机已经老化了，老化的交换机应包括该交换机，以及连接在其上的其它交换机。在本案例中，应该通知 SW2 和 SW4 被老化了。

b、将新的交换机连到网络中的任一交换机上（如重新连接刚才断开的 SW1 和 SW2 之间的连线）；此时，查看集群的内容，可以看到新加入的交换机的信息，其身份是候选。在本案例中，应该可以重新查看到 SW2 和 SW4 的信息，其身份是候选。

c、当某候选交换机被其它交换机加入为成员时，本集群中将看不到该交换机信息；

d、当其它集群将其某个成员删除时，本集群将看到该交换机作为候选交换机出现；

例如当图一中的 SW2 从 SW1 上的 1 端口移到 3 端口时，集群信息表中的 SW2、SW4 的端口信息应该由 1 变为 3；但是若 SW2 和 SW3 互换端口，则集群信息表中会出现冗余信息，即 SW2、SW4 既有端口为 1 的信息，也有端口为 3 的信息，SW3、SW5、SW6 也是如此。但在一定时间内，冗余信息会老化。

### 4、成员交换机进行管理和配置：

命令交换机需要对网络中的某个交换机进行配置和管理的前提是：此交换机必须是本集群的成员交换机。以下假设 SW2 是 SW1 管理的集群 TEST 中的成员，对其进行管理的方法如下。

a、键入命令 “*change to SW2*”，将成员交换机 SW2 设为当前被管理的交换机；

此时，当前命令行的提示符字符串中应该包含了当前被管理交换机的名字信息，即 SW2。

b、以下，就可以像设置和管理本地交换机一样配置交换机 SW2 了。直接在命令行键入配置命令，系统会自动向 SW2 发送指令帧，而被管理的成员 SW2 可以解析并执行指令帧中的指令信息。指令执行完成之后，它会向命令交换机 SW1 发送应答帧。

c、对于不适用于成员交换机的命令，系统将给出明确提示。

### 5. 删除一个集群:

- a、键入命令 "*delete cluster test*" , 删除集群 test ;
- b、键入命令 "*show cluster*" , 显示集群的内容。系统提示集群已经不存在了。

此时, 查看不到该集群的信息了。而且同时, 系统将该集群中的成员全部释放, 这些交换机可以作为其他集群的候选交换机。

显然, 本集群管理方案比传统的网络设备管理方式有了很大的进步。它管理起来十分方便, 设备维护人员不用背着便携奔波于各个设备的布放点。只需要通过指令交换机, 就可以管理和配置集群中的其他网络设备。

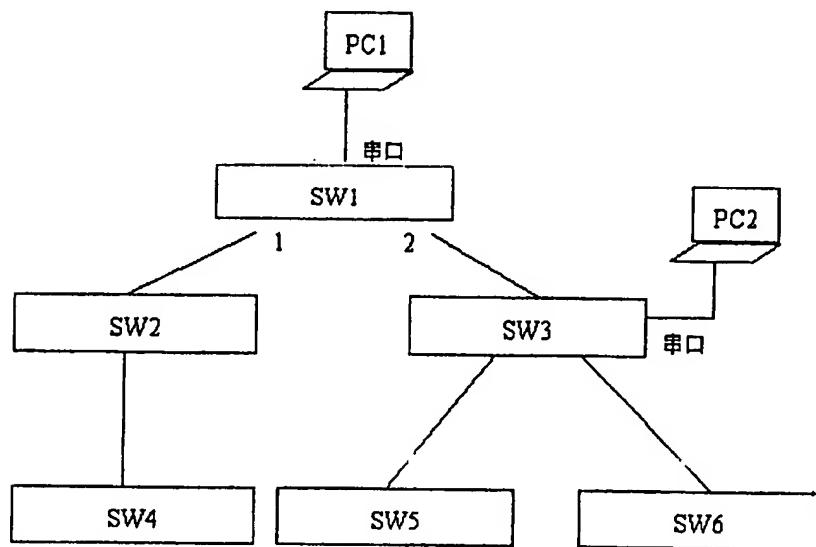


图 1

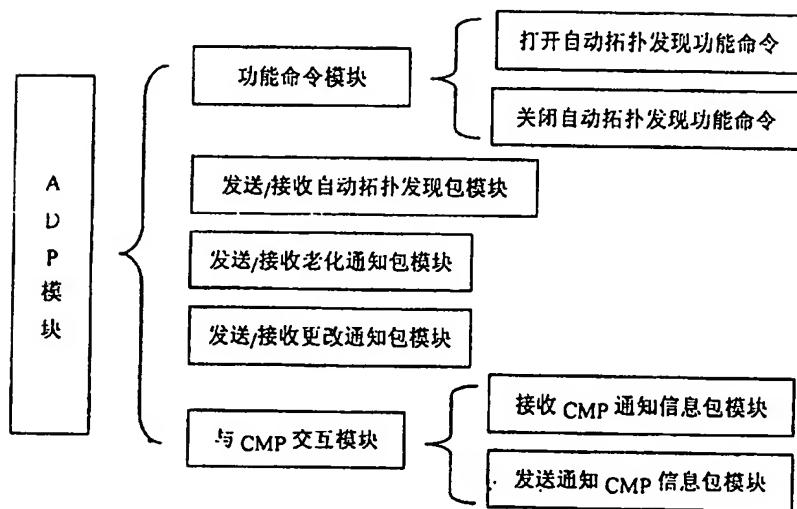


图 2

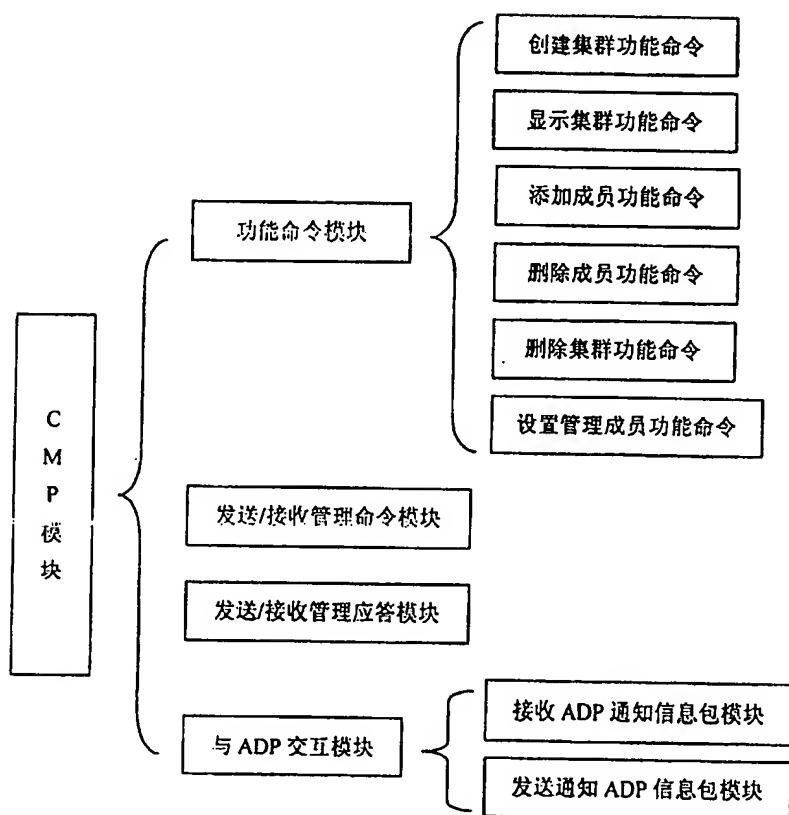


图 3